

Metodo scientifico e osservazione nei trattati naturali di Aristotele: il caso di uno “scandaloso errore”

*Scientific method and observation in the natural philosophy of Aristotle:
the case of a “scandalous error”*

BARBARA BOTTER

Departamento di Filosofia
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Universidade Federal de Espírito Santo
29075-910 Vitória (Brasil)
barbarabotter@gmail.com

Abstract: Aristotle was the first Greek thinker to articulate sciences of biology and zoology and he was also the originator of comparative anatomy. In this investigation I want to show the relation between the account of scientific explanation in the logical treatises and the investigations reported in the natural treatises. In the second part the article examines Aristotle's views on brain function in the context of his time and considers how this context lead Aristotle to commit a “scandalous error.”

Keywords: Science, nature, biology, brain.

Resumen: Aristóteles ha sido considerado como el más grande biólogo de la antigüedad clásica, el primer zoólogo y el fundador de la anatomía comparada. En el presente ensayo examinaremos en qué medida el modelo normativo estipulado en los tratados lógicos se conforma a la recogida de datos empíricos presente en los tratados biológicos. En la segunda parte de la investigación examinaremos cómo los tratados lógicos habrían condicionado la explicación del funcionamiento del cerebro, llevando a Aristóteles a cometer un “error escandaloso”.

Palabras clave: Ciencia, naturaleza, biología, cerebro.

RECIBIDO: SEPTIEMBRE DE 2012 / ACEPTADO: ENERO DE 2013

ANUARIO FILOSÓFICO 46/1 (2013) 121-141
ISSN: 0066-5215

121

0. INTRODUZIONE

Aristotele, definito “l’espressione più alta della mente umana” dal filosofo e medico arabo Averroè¹, è stato giudicato il più grande biologo dell’antichità classica, al punto da essere considerato il fondatore dell’anatomia comparata e il primo zoologo, embriologo e studioso del comportamento animale. La sua tassonomia zoologica fu superata solo da quella di Carl von Linné (Linneo). Per le sue ricerche di anatomia animale, di zoologia, di biogeografia ricevette gli elogi di Georges-Louis Leclerc de Buffon, Georges Cuvier e Charles Darwin, i padri fondatori della moderna biologia e zoologia². Ma Aristotele fu anche il primo pensatore ad articolare una tassonomia della conoscenza scientifica. Gli *Analitici Primi*, nella storia della filosofia, è una opera comparabile solo al *Begriffsschrift* di Frege, fondatore della logica moderna. Filosofi e studiosi di logica considerarono la teoria del sillogismo la più importante scoperta in tutta la storia della logica formale, dal momento che non solo rappresenta la prima teoria deduttiva, ma anche un magistrale modello di tassonomia della conoscenza scientifica.

È un classico dilemma sapere se il modo in cui il filosofo sviluppa la sua scienza zoologica si conforma al modello normativo stipulato nei trattati logici, o se i trattati biologici, che privilegiano la raccolta di dati empirici, sono del tutto incompatibili con la teoria logica ed epistemologica dello Stagirita.

Dopo aver esibito lo *status quaestionis*, nel presente saggio presenteremo dapprima le ragioni per cui riteniamo più ragionevole considerare i trattati di Aristotele come opere che orbitano attorno ad un unico, ampio e complesso studio, la ricerca scientifica, che include tanto gli *Analitici* come i trattati di scienza naturale; quindi esamineremo in che misura la teoria generale degli *Analitici* abbia influenzato le ricerche biologiche, portando un esempio di come questa relazione

-
1. A. GIRBAL, *Etude médicale sur Platon et Aristote* (Montpellier, Paris, 1854), citato da T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* (Carocci, Roma, 2007) 15.
 2. G. L. LECLERC DE BUFFON, *Histoire naturelle générale et particulière* (Paris 1749) vol. II, 14; G. CUVIER, *Histoire des sciences naturelles, depuis leur origine jusqu'à nos jours* (Paris, 1841-1845) 5 vols., 133, 147, 159; CHARLES citato da L. BOURGEY, *Observation et expérience che Aristote* (Vrin, Paris, 1955) 83. Gli autori sono citati in T. MANZONI, *op. cit.*, 15.

tra il modello e la sua applicazione abbia spinto il brillante filosofo a commettere un errore eclatante.

1. IL CONFRONTO FRA LA POSIZIONE RADICALE E LA POSIZIONE MODERATA

La relazione tra la logica della dimostrazione scientifica formulata da Aristotele negli *Analitici Posteriori* e la sua applicazione nelle opere biologiche è stata discussa negli anni '80 e '90 del secolo passato con una inclinazione pessimista da parte di studiosi aristotelici come Barnes, Gotthelf, Kullmann e Lloyd³. Contraria a questa tendenza, la posizione assunta recentemente da studiosi come Lennox, Angioni e Leunissen⁴ è che l'ideale dimostrativo degli *Analitici* sia presente nei trattati biologici e che la sua applicazione nell'ambito della natura sia esplicitamente dichiarata da Aristotele. La preoccupazione dello Stagirita a seguire una metodologia adeguata allo studio degli enti natu-

-
3. Vid. J. BARNES, *Proof and the Syllogism*, in E. BERTI (ed.), *Aristotle on Science: The Posterior Analytics. Proceedings of the 8th Symposium Aristotelicum* (Antenore, Padua 1981) 17-59; A. GOTTHELF, *First Principles in Aristotle's Parts of Animals*, in A. GOTTHELF, J. G. LENNOX (eds.), *Philosophical Issues in Aristotle's Biology* (Cambridge University Press, Cambridge, 1987) 167-198; W. KULLMANN, *Bipartite Science in Aristotle's Biology*, in D. DEVEREUX, P. PELLEGRIN *Biologie, Logique et Métaphysique Chez Aristote, Actes du Séminaire CNRS - NSF 1987*, (Éditions du CNRS, Paris, 1990) 335-347; G. E. R. LLOYD, *Aristotle's Zoology and his Metaphysics: The Status Quaestiones. A Critical Review of some Recent Theories*, in D. DEVEREUX, P. PELLEGRIN (eds.), *Biologie, Logique et Métaphysique chez Aristote* (Vrin, Paris, 1990) 7-35; ID., *Aristotelian Explorations* (Cambridge University Press, Cambridge, 1996).
 4. J. G. LENNOX, *Divide and Explain: The Posterior Analytics in Practice*, in A. GOTTHELF, J. G. LENNOX (eds.), *Philosophical Issues cit.*, 90-119; ID., *Aristotle's Philosophy of Biology. Studies in the Origins of Life Science* (Cambridge University Press, Cambridge, 2001); ID., *Aristotle on the Parts of Animals I-IV, Translated with an Introduction and Commentary by J. G. Lennox* (Oxford University Press, Oxford, 2001); ID., *The Place of Zoology in Aristotle's Natural Philosophy*, in R.W. SHARPLES (ed.), *Philosophy and the Sciences in Antiquity* (Ashgate, London, 2004) 58-70; ID., *Aristotle's Biology and Aristotle's Philosophy*, in M. L. GILL, P. PELLEGRIN (eds.), *A Companion to Ancient Philosophy* (Ashgate, London, 2006) 292-315; L. ANGIONI, *Aristóteles, As partes dos animais, livro I*, "Cadernos de Historia e Filosofia da Ciência" 9/3 (1999); ID., *Necessidade, teleologia e hilemorfismo em Aristóteles*, "Cadernos de Historia e Filosofia da Ciência" 16/3 (2006) 33-57; ID., *O conhecimento científico no livro I dos Segundos Analíticos de Aristóteles*, "Revista de Filosofia Antiga" 1/2 (2007) 1-27; M. E. M. P. J. LEUNISSEN, *Explanation and Teleology in Aristotle's Science of Nature* (Cambridge University Press, Cambridge, 2010).

rali e a fornire dimostrazioni in biologia è espressa in vari passi della *Fisica*, nel libro I del *De Partibus Animalium* e persino nella *Historia Animalium*, trattato che tradizionalmente viene considerato una raccolta di nozioni e osservazioni empiriche relative agli animali senza alcuna pretesa scientifica.

Le obiezioni a questa interpretazione godono di una lunga tradizione e vengono prevalentemente da studiosi come Lloyd, Bolton, Pellegrin⁵. L'esitazione manifestata da questi interpreti vanta di buoni argomenti che, tuttavia, vengono considerati deboli dalla corrente più recente. Una prima difficoltà è legata al fatto che gli enti naturali non si comportano sempre e necessariamente allo stesso modo, essendo essenzialmente costituiti di forma e di materia, principio questa ultima di variazione contingente e di divenire⁶. Per questa ragione, gli enti naturali trasgrediscono uno dei principali requisiti degli *Analitici*, ossia che l'oggetto esaminato non muti nelle sue manifestazioni⁷.

Una seconda difficoltà è relativa alla definizione. Negli *Analitici* le definizioni giocano il ruolo di premessa prima e immediata delle dimostrazioni, ma nei trattati naturali non troviamo definizioni precise che possano assumere il ruolo di premesse in una dimostrazione⁸.

Un ulteriore punto anomalo nella struttura scientifica dei trattati naturali è la teoria delle quattro cause. La dottrina, descritta in *Fisica* II 3 e ripresa nel libro I della *Metafisica*, nel *De Anima* e nelle opere biologiche, viene discussa in una sola occasione negli *Analitici Secondi*⁹ e in una forma chiaramente insoddisfacente¹⁰.

Questi indizi giustificano le perentorie conclusioni di Bolton: "The *Analytics* restrict knowledge to what has been demonstrated

5. G. E. R. LLOYD, *op. cit.*; W. PELLEGRIN, *Aristotle's Classification of Animals: Biology and the Conceptual Unity of the Aristotelian Corpus* (University of California Press, Berkeley, 1986), R. BOLTON, *Definition and Scientific Method in Aristotle's Posterior Analytics and Generation of Animals*, in A. GOTTHELF, J. G. LENNOX (eds.), *op. cit.*, 120-166.

6. ARISTOTELE, *Metaph.* VII 5, 1032a20-21; VII 14, 1039b27-1040a2.

7. ARISTOTELE, *A Po* I 4, 73a21 sg.; I 6, 74b5 sg.; I 8, 75b24 sg.

8. Pierre Pellegrin ammette nei trattati biologici solo la presenza di definizioni parziali: P. PELLEGRIN, *op. cit.*, 99.

9. ARISTOTELE, *A Po* II 11.

10. ARISTOTELE, *A Po* II 11, 94b8-26. L'espressione che indica la causa materiale non è distinguibile chiaramente dalla causa formale. Cf. 94a27-36. Vedi L. ANGIONI, *As partes dos animais* cit.

from self-evident first principles; the scientific treatises seem to secure their results without such demonstrations”¹¹, e di Lloyd: “It is not just that actual explanations set out in syllogistic form are difficult to find: the whole discourse of the practising natural science resists, one might say, being recast in the mould of the ideal formal language that the *Organon* desiderates”¹².

Cosciente di queste difficoltà, l’ala che potremo denominare “conciliatoria”, rappresentata dagli studiosi che riconoscono una relazione tra il metodo teorizzato negli *Analitici* e i trattati naturali, si propone di mostrare che la soluzione pessimista raggiunta dai colleghi si fonda solo su di una lettura superficiale dei testi e nell’incomprensione dello statuto che deve essere attribuito agli scritti biologici. Angioni mette in evidenza che le osservazioni metodologiche di Aristotele nel libro I del *De Partibus Animalium* indicano chiaramente la preoccupazione del filosofo greco in relazione alle difficoltà che una scienza degli enti naturali comporta e sono indice del fatto che Aristotele stava rivedendo in modo cosciente l’ideale scientifico presentato negli scritti logici in modo che potesse essere adattato alle scienze della natura¹³. Sulla stessa linea, Berti ritiene che la distanza che corre tra gli *Analitici* e i trattati naturali si deve al fatto che questi ultimi sono fondati su di una forma di razionalità “più malleabile (*malakoteron*)”¹⁴, senza che questo comporti un grado minore di scientificità. Nel libro VI della *Metafisica* lo Stagirita afferma che l’oggetto della scienza naturale è la “sostanza che generalmente (*hos epi to poly*) è secondo la forma, ma non è separata”¹⁵. Questa affermazione indica che un ente materiale è determinato dalla forma, pur non essendo sempre determinato dalla forma, al pari degli enti della matematica, ma solo nella maggior parte dei casi. Non sembra esserci dubbio sul fatto che il modo “più malleabile” nel quale la fisica dimostra le proprietà dei suoi oggetti, è legato al fatto che gli oggetti fisici sono determi-

11. R. BOLTON, “Definition and Scientific Method” cit., 121.

12. G. E. R. LLOYD, *Aristotelian Explorations* cit., 394.

13. L. ANGIONI *As partes dos animais* cit., 47, 63, 88, 119.

14. ARISTOTELE, *Metaph.* V 1, 1025b13; è interessante analizzare l’intero passo 1025b6-13, che descrive l’obiettivo della fisica e lo pone in relazione con l’obiettivo delle scienze matematiche.

15. ARISTOTELE, *Metaph.* VI 1, 1025b26-28.

nati dalla forma solo “nella maggior parte dei casi”. Berti conclude che nei trattati naturali la teoria descritta negli *Analitici* è applicata ad un genere particolare di sostanza che mantiene una relazione essenziale con la materia e il movimento¹⁶, e ciò introduce una componente propria della fisica che è pressoché ignorata dalla teoria più generale e comprensiva degli *Analitici*. Nel caso in cui si volesse attribuire a queste forme di razionalità una terminologia propria dell’uso recente, si potrebbe dire che la razionalità degli *Analitici* è una “razionalità forte”, mentre quella dei trattati naturali è una “razionalità debole”, senza con ciò togliere valore cognitivo ai trattati naturali, dal momento che questa “debolezza” è dovuta alla natura dell’oggetto loro proprio e permette alla fisica di conoscere più adeguatamente l’oggetto del suo studio¹⁷.

2. OSSERVAZIONE E TEORIA NELLO STUDIO DELLA NATURA

Da parte nostra riteniamo ben fondate le ragioni avanzate dall’ala “conciliatoria” e siamo persuasi che le osservazioni biologiche di Aristotele siano introdotte in un contesto altamente scientifico. Le ragioni che ci spingono a seguire questo tipo di interpretazione sono ragioni cronologiche non meno che scientifiche. Dal punto di vista cronologico, pensiamo che esistano almeno tre motivi che giustificano una relazione fra gli *Analitici* e gli scritti biologici:

- 1) È probabile che gli *Analitici* appartengano ad una fase iniziale della riflessione di Aristotele, ma è difficile credere che il filosofo abbia proposto gli *Analitici* solo dopo aver concluso i suoi studi biologici.
- 2) Gli studi biologici contengono indicazioni relative ad animali e luoghi che provano che la loro stesura deve essere avvenuta subito dopo la morte di Platone, ma difficilmente potrebbero essere stati scritti nella loro interezza in questa epoca. È più sensato credere che si tratti di opere scritte in un lungo periodo di tempo, parte del quale coincide con la stesura degli *Analitici*.

16. ARISTOTELE, *Metaph.* V 1, 1025b19-21.

17. E. BERTI, *As razões de Aristóteles* (Loyola, São Paulo, 1998), 43-51.

- 3) Infine, anche supponendo che gli *Analitici* siano una opera indipendente dagli scritti biologici, resta il quesito: perché Aristotele propone una metodologia assiomatica di stile matematico dopo aver concluso una investigazione che segue un modello differente? È indice del fatto che rifiuta il lavoro portato a termine nel corso delle ricerche biologiche? La domanda non sarebbe più: perché non ci sono tracce degli *Analitici* in biologia, bensì perché non ci sono tracce della biologia negli *Analitici*? In altri termini, il problema viene invertito, ma i termini non cambiano.

Dal punto di vista teorico, i principi che Aristotele utilizza nei trattati naturali come ipotesi teoriche della dimostrazione biologica sono chiaramente argomentati nel I libro del *De Partibus Animalium*. In questo testo appare la preoccupazione da parte del filosofo di enunciare la metodologia corretta da seguire nelle investigazioni scientifiche sulla natura, di cui lo studio degli animali è parte integrante¹⁸. Aristotele utilizza un metodo simile a quello utilizzato nel libro Beta della *Metafisica*, ossia enuncia una serie di aporie, che saranno discusse nel corso del primo libro del trattato, al fine di individuare le norme a partire dalle quali un individuo sarà capace di intendere e valutare “il modo di ciò che viene mostrato” (*tón trópon tôn deiknumenôn*)¹⁹.

La sfida lanciata da Aristotele è relativa alla seguenti questioni: 1) se è necessario attenersi alle sostanze particolari, o dapprima ai generi universali che riuniscono le caratteristiche comuni a varie specie²⁰; 2) se il metodo di indagine scientifica in biologia consiste in una registrazione di fatti che devono essere giustificati attraverso la ricerca della causa²¹; 3) se nelle spiegazioni relative alla natura vivente la supremazia esplicativa spetta alla causa finale o alla causa efficiente²²;

18. ARISTOTELE., *PA* I 1, 640a2 ss. Per un esame approfondito del libro I del *PA* e delle sue relazioni con gli *Analitici* si veda J. G. LENNOX, *Aristotle's Philosophy of Biology* cit.; L. ANGIONI, *As partes dos animais* cit. y *As noções aristotelicas de substância e essência* (Editoria Unicamp, Campinas, 2008).

19. ARISTOTELE, *PA* I 1, 639a12-15.

20. ARISTOTELE, *PA* I 1, 639a15-19.

21. ARISTOTELE, *PA* I 1, 639b7-10.

22. ARISTOTELE, *PA* I 1, 639b11-14.

4) se nelle spiegazioni scientifiche in ambito fisico è sufficiente il ricorso alla necessità assoluta o se è preferibile attenersi alla “necessità a partire da un presupposto” (*ex hypotheseos he anagke*)²³; 5) se è possibile applicare l’operatore modale “necessariamente” alle proposizioni della scienza della natura²⁴; 6) se nelle spiegazioni scientifiche relative all’ambito della natura è necessario considerare dapprima la forma o la materia²⁵; 7) se nel mondo della natura la forma si limita alla configurazione percepita attraverso i sensi, o deve essere individuata dall’insieme di funzioni proprie dell’ente²⁶; 8) infine, il filosofo enuncia i principi cruciali per il suo progetto esplicativo, ossia “il principio di bilanciamento tra opposti”, noto anche come “principio di compensazione”, in base al quale la natura toglie da una parte dell’animale ciò di cui necessita per completare un’altra parte²⁷, o provvede a controbilanciare in modo reciproco le qualità contrarie di parti vicine, affinché l’eccesso della qualità inerente a una parte sia temperata dalla qualità opposta²⁸; e il “principio di specializzazione”, il quale prova che nell’ambito della natura è il fine e non il caso che guida i processi: “Perché non il caso ma il fine si trova in particolare nelle opere della natura; e il fine in vista di cui qualcosa si trova formato o generato occupa il posto del bello”²⁹. Aristotele spiega che la natura dell’animale produce le differenti parti rispettando il tipo di materiale disponibile e il fine che esse soddisfano nell’organismo³⁰. Secondo Johansen “nature first gives the best materials to the most important parts of the body and then distributes the leftovers to the less important parts [...] We would expect, therefore,

23. ARISTOTELE, *PA* I 1, 639b21-26. Utilizziamo la traduzione di Angioni per caratterizzare questo tipo di necessità. Vid. L. ANGIONI, *As partes dos animais* cit., 48 e glossario alla fine del volume.

24. ARISTOTELE, *PA* I 1, 640a4-6.

25. ARISTOTELE, *PA* I 1, 640b24-25.

26. ARISTOTELE, *PA* I 1, 640b33-35.

27. ARISTOTELE, *PA* II 14, 658a35 II 7, 652a31, *Pol.* I 2, 1252b1.

28. MICHELE DI EFESO nel suo commento ai *Piccoli Trattati di Storia Naturale*, chiarisce che “La natura si adopera per sopperire agli eccessi di ciascuna parte ponendole vicino il suo opposto”. MICHELE DI EFESO, *Michaelis Ephesii in Parva naturalia commentaria*, in M. HAYDUCK (ed.), *Commentaria in Aristotelem Graeca* (Berlin, 1904).

29. ARISTOTELE, *PA* I 4, 645a23-26.

30. J. G. LENNOX, *Aristotle's Philosophy of Biology* cit., 183 identifica questo principio che organizza le parti con la natura formale dell’animale.

that there would always be at least enough matter for the formation of all the necessary or useful features”³¹.

Il metodo di ricerca sbizzato da Aristotele in biologia inizia, pertanto, con una raccolta di dati empirici, conseguenza di una lunga serie di osservazioni, dal momento che “non è possibile che la scienza della natura sia uno studio di casi stabiliti per via di astrazione”³². A questo proposito, Aristotele critica frequentemente i suoi predecessori per il fatto di anteporre la teoria ai fatti. Pensando a Platone e alla sua scuola scrive:

“Parlando dei fenomeni, sostengono cose che non sono in accordo con i fenomeni [...] Amano tanto i loro principi primi che sembrano comportarsi come quelli che difendono questi principi in discussioni dialettiche; del resto accettano qualsiasi conseguenza, giudicando che dispongono di principi veri — come se i principi non dovessero essere giudicati per le loro conseguenze e soprattutto per il loro fine. E il fine nella scienza produttiva è il prodotto, ma nelle scienze naturali è ciò che appaia adeguato alla percezione”³³.

La ricerca empirica precede la teoria. Dapprima si devono riunire i fatti, quindi rintracciarne le cause. La costruzione di una scienza assiomatica dipende dalla presenza di “tutti i fatti veri del caso in questione”³⁴. Ciononostante, la teoria deve dirigere la raccolta dei fatti, dal momento che la raccolta indisciplinata dei fenomeni è un esercizio a-scientifico.

In relazione alla seconda questione avanzata nel *De Partibus Animalium*, se il metodo di indagine scientifica in biologia consiste in una registrazione di fatti che devono essere giustificati attraverso la ricerca della causa, la risposta di Aristotele è categorica: “è neces-

31. T. K. JOHANSEN, *Aristotle on the Sense-Organs* (Cambridge University Press, Cambridge, 1997) 173, cit. in M. E. M. P. J. LEUNISSEN, *Explanation and Teleology* cit., 12.

32. ARISTOTELE, *PA* I 1, 641b10-11.

33. ARISTOTELE, *HA* III 7, 306a6-7, 12-18. Traduzione nostra.

34. ARISTOTELE, *A Pr* I 30, 46a25.

sario dapprima delimitare le proprietà relative a ogni genere [...] e in seguito tentare di individuare le cause”³⁵. Il filosofo caratterizza precisamente questo procedimento nel libro II del *De Caelo* e specifica che si tratta di un metodo usato dai matematici³⁶. Questi studiosi dapprima selezionano, come elementi che devono essere spiegati, un congiunto di fenomeni (*phainomena*); a partire da questi dati cercano le cause necessarie a giustificarne la presenza e stabiliscono una ipotesi di lavoro, a partire dalla quale sarebbe possibile, per lo meno provvisoriamente, dedurre in modo consistente i fenomeni inizialmente registrati. Il metodo usato dai matematici è suddiviso in tre fasi distinte: a) selezione dei fenomeni che devono essere indagati; b) discernimento della causa; c) infine, deduzione del fenomeno a partire dalla causa³⁷.

I frutti della prima tappa sono raccolti nell’*Historia Animalium*. Aristotele seleziona una serie di fenomeni che devono essere spiegati e classifica le principali parti e funzioni degli animali analizzati. Le numerose osservazioni contenute nel trattato citato non possono essere disgiunte dalla logica che le guida e le riconduce, in una forma più generale, alla teoria scientifica degli *Analitici* e, più precisamente, al libro I del *De Partibus Animalium*. Detto in altri termini, nel corso del *De Partibus Animalium* lo Stagirita riprende le osservazioni e le correlazioni selezionate nell’*Historia Animalium* e le riorganizza in modo sistematico in modo da fornire le spiegazioni causali e le definizioni³⁸.

35. ARISTOTELE, *PA* I 1, 645a36-b3. C’è una osservazione metodologica simile nel capitolo iniziale del *De Anima* 402b21-25; cf. *PA* I 1, 639b7; *A Po* II 8-10.

36. ARISTOTELE, *DC* II 14, 297a2-6: “e testimoniano a favore di questa tesi [geocentrica] anche gli argomenti dei matematici in relazione all’astronomia: dal momento che i fenomeni osservati si verificano nella misura in cui cambiano le configurazioni [le orbite] attraverso le quali si delimita l’ordine degli astri, come se la terra giacesse nel mezzo”.

37. Vd. L. ANGIONI, *As partes dos animais* cit., 40-41.

38. ARISTOTELE, *PA* II 1, 646a8-11; II 14, 658b2-10; IV 13, 695b17-26 per la definizione di pesce e *GA* I 17 a partire dalla linea 721a30 per la definizione di sperma.

39. Il progetto esplicativo di Aristotele è illustrato nei passi seguenti: *PA* II 1, 646a8-12; II 3, 650b8-12; II 5, 651bb18-19; II 6, 652a20-23; II 7, 653b9-18; III 4, 667b12-14; III 10, 673a32-b4; IV 14, 697b27-30. Vid. M. E. M. P. J. LEUNISSEN, *Explanation and Teleology* cit., e J. G. LENNOX, *Aristotle’s Philosophy of Biology* cit., 5.

Aristotele usa sistematicamente tale procedimento³⁹:

1. Dapprima prende in considerazione una parte P;
2. Quindi cerca la specie maggiore di enti (S1-n) che sia dotata di P;
3. Queste prime due tappe sono illustrate nell'*Historia Animalium*.

Infine, spiega perché P appartiene a ogni ente S che possiede P, identificando la causa che giustifica la presenza di P in S.

Questa terza tappa è contenuta nel *De Partibus Animalium*, *De Generatione Animalium* e, in misura minore, nei trattati naturali minori.

Le spiegazioni fornite dalla studioso di scienza naturale possono, a loro volta, essere distinte in accordo con la causa prima che emerge nel raziocinio dimostrativo, che, nella struttura sillogistica di primo tipo, giustifica la conclusione⁴⁰. La presenza delle parti necessarie, la cui funzione è inclusa nella definizione dell'animale⁴¹, è giustificata dalla causa formale/finale e la loro formazione è dovuta alla "necessità a partire da un presupposto"⁴². Che lo studioso della natura debba attenersi a questo tipo di necessità è dovuto al fatto che in natura sono le cause finali/formali e non le cause efficienti e materiali, ad essere *principi* di spiegazione dei fenomeni. A partire dalla funzione e struttura (fine e forma) di un animale o di una parte di esso, il filosofo deduce le proprietà che lo costituiscono essenzialmente⁴³.

È l'uso costante di questo principio che spinge il filosofo a commettere vari errori, che gli saranno rimproverati da filosofi e medici in circa due millenni. Peccato che Aristotele non abbia mantenuto distinte le osservazioni dalle spiegazioni, dal momento che spesso le sue numerose osservazioni conservano ancora una sostanziale validità, ma solo se disgiunte dalla logica che le giustifica.

40. Vid. M. E. M. P. J. LEUNISSEN, *Explanation and Teleology* cit., 187.

41. Vid. ARISTOTELE, *PA* I 1, 639b13-19; I 1, 640a33-35; IV 12, 639b10-14; IV 12, 639b5.

42. Utilizziamo l'espressione coniata da Angioni per tradurre l'espressione greca. Vid. L. ANGIONI, *As partes dos animais* cit., 63-66.

43. ARISTOTELE, *PA* I 1, 640a33-35. Cf. I 1, 642a9-13. Per una spiegazione dettagliata della "necessità a partire da un presupposto" si veda L. ANGIONI, *As partes dos animais* cit., 63-66.

In altri termini, Aristotele non incorse nell'errore per il quale è rimproverato dagli studiosi della corrente radicale, e i trattati naturali non forniscono solo un elenco di dati empirici. L'ossessione che lo spinge a ricondurre le osservazioni al quadro teorico costringono spesso il filosofo a fare delle scelte obbligate che si rivelano imperdonabilmente sbagliate e che lo rendono vulnerabile agli attacchi dei colleghi. La teoria del cervello, per esempio, lasciò letteralmente allibito il grande medico e anatomista Galeno di Pergamo, vissuto nel secolo II d. C., il quale la attaccò duramente e la liquidò sbrigativamente affermando che Aristotele del cervello non aveva proprio capito nulla⁴⁴. Mantenendo un atteggiamento più caritatevole di quello di Galeno, noi giustifichiamo l'errore dello Stagirita attribuendogli una consapevolezza sulla quale molti filosofi del secolo XX insistevano: qualunque esperienza e qualunque osservazione è preceduta di presupposti. Lo scienziato è sempre guidato da teorie⁴⁵ e Aristotele non fa eccezione. Nel caso dello Stagirita, talvolta queste teorie lo inducono inevitabilmente a commettere degli errori o a formulare spiegazioni teleologiche banali o ridicole sulle funzioni degli organi o delle parti del corpo.

3. "CARO ARISTOTELE, DEL CERVELLO NON HAI CAPITO ASSOLUTAMENTE NULLA!"⁴⁶

Aristotele conosceva l'anatomia del cervello al pari dei medici ippocratici, dai quali ereditò concetti e terminologia, e forse anche in modo più approfondito. Il filosofo nomina questo organo per ben cento volte nelle sue opere biologiche e lo considera una delle parti più importanti nell'anatomia degli animali. Per questa ragione il cervello, come egli scrive, è ben protetto dalla natura, è situato in un punto strategico ed è molto voluminoso negli esseri umani⁴⁷. Se-

44. GALENO, *Procedimenti Anatomici*, VII 10; *L'utilità delle parti* VIII 3, 620, 622. Citato da T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 15. Per le considerazioni che seguono ci siamo serviti del ricco e prezioso contributo di T. MANZONI, *Aristotele e il cervello*.

45. Si veda K. R. POPPER, *Conbecimento objetivo* (Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975) 75.

46. Cf. GALENO, *L'utilità delle parti* II 625; V 647. Citato da T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 67.

guendo una lunga tradizione che sembra avere le sue origini nelle opere omeriche⁴⁸, Aristotele indica questa parte del corpo col termine *enképhalos*⁴⁹, tuttavia, avendo operato una partizione tra il cervello e il cervelletto, situato dietro al cervello, attribuisce il termine *enképhalos* alla prima parte e *parenkephalis* alla seconda. Secondo Aristotele, il cervello è molto importante per il mantenimento della vita dell'individuo, e per questo è ben protetto nella scatola cranica⁵⁰ da un congiunto di ossa: il *brégma*, l'osso frontale, lo *inion*, nella parte posteriore, e le *koryphe*, le ossa parietali, situate tra il *brégma* e lo *inion*⁵¹.

All'interno della scatola cranica due membrane proteggono gli organi più importanti⁵²: *pachys* è a contatto con l'osso ed è più spessa; *leptos* aderisce al cervello ed è più sottile⁵³.

Per intendere le ragioni per cui Aristotele attribuisce certe qualità fisiche al cervello, è importante tenere in considerazione la metodologia usata dagli antichi per determinare il "temperamento" delle parti del corpo. Il "temperamento" consiste nella determinazione del livello termico e del grado di umidità di una parte. Non avendo a disposizione termometri e igrometri, gli antichi misuravano le qualità fisiche attraverso il tatto e deducevano, a partire dalla sensazione, la composizione elementare⁵⁴. È evidente che i dati ot-

47. ARISTOTELE, *PA* 673b11.

48. OMERO, *Iliade* III 300; XI 98; XII 187; XVII 303; XX 400; *Odissea* IX 290; 460; XIII 395.

49. Cf. GALENO, *L'utilità delle parti*, VIII 4, 11; *Procedimenti anatomici*, IX 2.

50. ARISTOTELE, *HA* 491a30-b2; 516a10; *PA* 653a35-b5.

51. ARISTOTELE, *HA* 491a32-34. Questi termini sono presenti nelle opere di Omero, Erodoto e Ippocrate e nel *Timeo* di Platone. Si veda T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 22.

52. ARISTOTELE, *PA* 673b5-11; cf. *HA* 495a9: "Tutte le viscere si trovano all'interno di una membrana, giacché bisogna che esse abbiano un riparo affinché siano prive di affezioni, e che questo sia leggero. La membrana è siffatta per natura: è compatta in modo che protegga, priva di carne in modo che non attiri e contenga umidità, sottile in modo che sia leggera e non faccia peso. Le pellicole più grandi e più forti sono quelle che circondano il cuore ed il cervello, e per una buona ragione: queste parti infatti necessitano della massima protezione. La protezione è necessaria per le parti principali del corpo e queste sono massimamente importanti per la vita".

53. ARISTOTELE, *HA* 494b28; 519b2-4.

54. Utilizzando alcuni concetti già stabiliti da DEMOCRITO (DK 68 A135), Aristotele pensava che oggetto del tatto sono: caldo e freddo, secco e umido, pesante e leggero, duro e molle, liscio e ruvido, e spesso e sottile (*De Generatione e Corruptione* 329b18-20). Si veda T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 36.

tenuti mediante il tatto sono dipendenti da fattori soggettivi, e Aristotele ne è perfettamente cosciente:

“La natura di molte cose, infatti, si riconduce a questi principi, e molti discutono a proposito di quali siano caldi e quali freddi tra gli animali o le parti. Alcuni infatti affermano che gli animali acquatici siano più caldi di quelli terrestri, dicendo che la caldezza della loro natura si adegua alla freddezza del luogo, e che gli animali non sanguigni siano più caldi di quelli sanguigni, e le femmine più dei maschi: ad esempio Parmenide dice che le donne sono più calde degli uomini e anche alcuni altri, perché i mestruai si generano a causa della caldezza e per l’abbondanza di sangue, mentre Empedocle dice il contrario; e ancora alcuni di essi dicono che il sangue e la bile siano in un modo o nell’altro caldi, altri invece che siano freddi. Se c’è una discussione tanto grande sul caldo e sul freddo, che cosa bisogna supporre riguardo alle altre cose? Queste infatti sono le cose più manifeste alla sensazione”⁵⁵.

Ciononostante, Aristotele segue la tradizione e stabilisce attraverso il tatto il temperamento del cervello attraverso una serie di osservazioni che per la sua epoca dovettero essere ben complicate.

Operò una vivisezione in un animale vivo, dal momento che era a conoscenza del fatto che dopo la morte il calore si estingue in breve tempo⁵⁶ e verificò mediante il tatto che il cervello è freddo e umido⁵⁷: “La freddezza dell’encefalo, invece, dal canto suo, è evidente anche al tatto”⁵⁸.

Certamente il filosofo non eseguì una vivisezione in un uomo, dal momento che fino all’epoca ellenistica, questo tipo di operazione era di fatto impossibile, e non solo per ragioni di repulsa che, tuttavia, era avvertita anche dallo Stagirita⁵⁹, ma soprattutto per le su-

55. ARISTOTELE, *PA* 648a24-35.

56. ARISTOTELE, *Della giovinezza e della vecchiezza*, 469b20.

57. ARISTOTELE, *HA* 494b31; *PA* 652a34; 514a18; *GA* 744a12; 782b17; 783b28; *Del senso e dei sensibili*, 438b28; 444a10; *Del sonno e della veglia*, 457b30.

58. ARISTOTELE, *HA* 495a5; cf. *PA* 652a35.

59. ARISTOTELE, *PA* 645a27-31.

perstizioni popolari⁶⁰. Avendo stabilito che il cervello è più freddo della temperatura della sua mano, concluse che la composizione chimica del cervello è di acqua e terra, che sono gli elementi primordiali più freddi.

Questa osservazione di Aristotele provocò sorpresa e incredulità in Galeno, che non riesce a capacitarsi del grave errore commesso dallo Stagirita:

“Ora, o questa gente cerca di gridare più forte della verità, o ignora i fatti evidenti. Si riscontra in tutti i casi che il cervello è molto più caldo dell’aria, sia che operiamo un uomo in una frattura cranica, sia che vogliamo usare il cervello di un animale qualsiasi per esperimento, aprendogli il cranio, poi tagliandogli le meningi e toccandolo. D’altra parte nessuno ignora che mettiamo la massima cura nel tagliare le ossa della testa il più celermente possibile perché non si raffreddi il cervello e che si raffredda è quanto di peggio possa capitare al paziente col capo fratturato. Eppure, se l’aria fosse più calda del cervello, questo non sarebbe raffreddato da quella. Ora, invece, anche se è estate, si raffredda facilmente e necessita allora di essere riscaldato immediatamente, perché non solo esso stesso non è freddo, ma non tollera senza danni neppure la vicinanza di una sostanza fredda”⁶¹.

Su questo punto, il medico aveva ragione.

Per giustificare l’errore commesso del filosofo, varie ipotesi sono state avanzate. Lewes immaginò che Aristotele non avesse fatto una esperienza empirica, ma che avesse tratto delle conclusioni a priori, riferendosi alla funzione attribuita a questa parte del corpo⁶².

60 Gli antichi attribuivano ai cadaveri alcune necessità dei vivi, come per esempio, il bisogno di alimentarsi E. R. DODDS, *I greci e l'irrazionale* (La Nuova Italia, Firenze, 1959) 163; T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 21.

61. GALENO, *L'utilità delle parti*, VIII 618. Citato da T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 21.

62. H. G. LEWES, *Aristotle: A Chapter from the History of Science, Including Analyses of Aristotle's Scientific Writings* (London, 1864) 189.

Una seconda ipotesi è che il filosofo si sia lasciato ingannare dall'opinione di alcuni medici ippocratici che avevano sostenuto che il cervello è fluido e molle, ossia in termini aristotelici, umido e freddo⁶³. Tuttavia, come scrive Manzoni, “nell’affermazione di Aristotele l’esperienza diretta è esplicita e non ci sono ragioni per metterla in dubbio”⁶⁴. Si tratta piuttosto di immaginare su quale animale il filosofo abbia eseguito il suo esperimento, visto che, partendo dal commento di Galeno, è evidente che il cervello è una parte calda del corpo e sappiamo che il medico operava dissezioni sui mammiferi. Secondo Soury, Clarke e Standard, Aristotele non eseguì esperimenti su mammiferi, ma prevalentemente su animali come il camaleonte, la testuggine e la tartaruga, ossia animali eterotermi⁶⁵. Se questo è vero, l’osservazione del filosofo è corretta e l’errore consiste nell’averla generalizzata anche agli altri animali.

Si tratta, in questo caso, di un errore di metodo. Disconoscendo la differenza fra animali omeotermi ed eterotermi, il filosofo si servì del metodo analogico, del quale egli stesso riconosce l’importanza⁶⁶ e ammette di adottare nei casi in cui non gli è consentito riportare un dato di esperienza⁶⁷.

63. Si tratta di una vecchia osservazione già presente in OMERO, *Iliade* III 300; IX 98; XII 187; XVII 303; XX 400; *Odissea* IX 290; IX 460; XIII 395.

64. T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 49.

65. J. SOURY, *Le système nerveux central. Structure et fonctions: Histoire critique des theories et des doctrines* (Paris, 1899) 196-200; E. CLARKE, J. STANDARD, *Aristotle on the Anatomy of the Brain*, “Journal of the History of Medicine and Allied Science” 18 (1973) 140. Questo punto è dettagliatamente argomentato da T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 50-53. Nell’*Historia Animalium* II 503b22-25 Aristotele fornisce un dettagliata descrizione degli organi interni del camaleonte, e questo è il segno che il filosofo aveva sezionato varie volte questo animale. Si veda anche *Della giovinezza e della vecchiaia* 779a4-8, in cui è descritto un esperimento di vivisezione sui rettili.

66. “Infatti per le cose invisibili è necessario basarsi sulla testimonianza di quelle visibili”, ARISTOTELE, *EN* 1104a13-14.

67. “Le parti, quindi, che sono visibili dall’esterno sono disposte nel modo che abbiamo descritto in precedenza e, come regola, ciascuna ha la propria denominazione specifica e per uso e abitudine sono familiarmente note a tutti; ma non è così per le sue [dell’uomo] parti interne. Perché il fatto è che la meno conosciuta di tutte è la struttura interna del corpo dell’uomo, e la conseguenza è che noi dobbiamo fare ricorso all’esame delle parti interne di altri animali la cui natura assomiglia in qualche modo a quella dell’uomo”, ARISTOTELE, *HA* 494b21-24.

Aristotele, nondimeno, non si accontenta di generalizzare l'osservazione⁶⁸, ma spiega anche le ragioni che lo spingono a trarre questa conclusione. Egli spiega che la tempesta fredda del cervello è dovuta anche al fatto che esso non viene irrorato dall'elemento caldo, il sangue: “*Il cervello stesso in tutti gli animali è privo di sangue, e nessuna vena, grande o piccola che sia, termina in esso*”⁶⁹. Naturalmente Aristotele non aveva ignorato i numerosi vasi sanguigni che percorrono la parete cerebrale⁷⁰, ma aveva creduto che questa rete di vasi sanguigni appartenesse non all'encefalo, bensì alla membrana che avvolge cervello: “*In tutti gli animali, il cervello è senza sangue, privo di vene e naturalmente freddo al tatto; la membrana che lo avvolge è un reticolo di vene; e questa membrana è quella pellicola simile alla cute che lo circonda strettamente*”⁷¹.

Una volta stabilito il temperamento del cervello, per determinarne la struttura chimica il passo è breve. Nel libro IV dei *Meteorologica*, un vero e proprio trattato di chimica analitica, Aristotele afferma che la cottura è capace di mostrare che un corpo contiene acqua e terra: a causa del calore il corpo perde la componente acquosa, come è dimostrato dal calore che emette, il quale, condensandosi, ritorna acqua⁷². Il residuo che rimane in seguito alla cottura è di natura terrosa⁷³, da cui si deduce che “il cervello sia una composizione di acqua e terra. Lo dimostra il fatto che quando viene bollito, diventa solido e duro, rimane cioè la parte terrosa essendo l'acqua evaporata per effetto del calore, proprio come accade se si bollono i legumi e gli altri frutti”⁷⁴.

68 Aristotele ritiene addirittura che si tratti della parte più fredda in assoluto: *HA* 494b31; *PA* 652a34; *GA* 744a12; 782b17; 783b28; *Sul senso e sui sensibili*, 438b28 e 444a10.

69 ARISTOTELE, *HA* 514a18; cf. 494b3; *PA* 652a35-b1.

70 Provocare la morte di un animale per soffocamento era il tipico metodo utilizzato da Aristotele per studiare i vasi sanguigni, *HA* 513a15-18.

71 ARISTOTELE, *HA* 495a9-11; cf. *HA* 514a15-18; *PA* 652b30; 653b8; 656b17; *GA* 744a4; *Del senso e dei sensibili*, 444a10; *Del sonno e della veglia*, 458a8.

72 ARISTOTELE, *Meteorologica* 384a3-8; T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 57.

73 ARISTOTELE, *Meteorologica* 382a4-5.

74. ARISTÓTELES, *PA* 653a22-27.

4. LA NECESSITÀ DI ASSEGNARE UN RUOLO AL CERVELLO

Rispettando il metodo esplicativo esposto in apertura al *De Partibus Animalium*, Aristotele si trova ora nella difficile situazione di dover attribuire una funzione a questo organo apparentemente inutile.

Il filosofo aveva dichiarato all'inizio della descrizione del suo metodo di ricerca che lo scopo dell'indagine in biologia è di avere "scienza dell'oggetto", e aveva specificato il senso di questa affermazione nel principio da noi indicato come "Principio di specializzazione"⁷⁵: "Non infatti il caso, ma la finalità è presente nelle opere della natura, e massimamente: e il fine in vista del quale esse sono state costituite o si sono formate, occupa la regione del bello"⁷⁶. Ciò che deve essere indagato è la forma e funzione delle parti⁷⁷, ossia "il fine in vista del quale una parte è"⁷⁸. Convinto della bontà del principio che "la natura fa tutto in vista di un fine" e "non fa mai nulla di superfluo", "senza scopo", "o inutile"⁷⁹, il filosofo è spinto a ricercare una spiegazione teorica che rispetti e giustifichi i dati empirici rilevati⁸⁰. Secondo Vegetti, subentra a questo punto

"[...] l'orgogliosa pretesa di ricostruire a livello teorico e grazie all'analisi causale, ogni particolare aspetto della *ousia* rivelato dall'osservazione empirica. Questa presunzione della ragione scientifica di poter dar conto teoricamente di ogni dato empirico [...] dà luogo talvolta a fatti, cose e gratuite argomentazioni, che rappresentano senz'altro l'aspetto più caduco della scienza aristotelica"⁸¹.

Aristotele è pienamente convinto della veridicità dei dati empirici, il problema comincia nel momento in cui si tratta di rispettare lo sta-

75. Cf. paragrafo 2, principio 8b).

76. ARISTOTELE, *PA* 645a24-26.

77. ARISTOTELE, *PA* 639a3.

78. Cf. ARISTOTELE, *PA* 639b12-18.

79. Rispettivamente, *PA* 641b12; 691b4 e 69415-16; *GA* 739b20; *PA* 658a8-9; 661b23-24; 695b19; *PA* 695b19 e *GA* 744a37; *MA* 704b15; 708a10.

80. Cf. T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 102.

81. M. VEGETTI, *Introduzione a "Ricerche sugli animali"*, in D. LANZA, M. VEGETTI (eds.), *Opere biologiche di Aristotele* (Unione Tipografica, Torino, 1973) 531.

tuto della biologia come scienza, ossia quando si tratta di dar conto del fenomeno osservato attraverso la ricerca delle cause. Quando i fatti non sono giustificabili con le conoscenze possedute o non è possibile approfondire l'osservazione, al filosofo non resta che mettere in movimento la macchina con la quale egli costruisce sul nulla il suo edificio teorico. Aristotele opera in questo modo per sopperire all'esigenza di assegnare una funzione al cervello.

Nella accesa disputa in voga nella sua epoca fra cardiocentrici e encefalocentrici, Aristotele fu un cardiocentrico convinto, ossia considerò il cuore la sede anatomica delle principali funzioni dell'anima e della vita animale. Il cuore è il *princeps principum*, principio dei sentimenti, del piacere e del dolore, sede del principio nutritivo e di crescita, fonte del *pneuma*; inoltre questo organo è considerato la fonte del calore vitale, il principio per tutti i processi biologici e l'organo nel quale si forma il sangue, nutrimento fondamentale del corpo⁸². All'interno di questa diatriba lo schieramento di Aristotele è evidente e in questo si oppone al suo illustre maestro Platone, che aveva indicato nel cervello la sede delle funzioni mentali. Il Discepolo, viceversa, non riconobbe al cervello nessuna delle funzioni che naturalmente gli competono, meritando così il pungente giudizio di Galeno, secondo il quale Aristotele del cervello non aveva capito assolutamente nulla⁸³.

Con il cuore in una mano e il cervello nell'altra Aristotele deve trovare una conciliazione fra i due organi che gli permetta di mantenere la sua posizione fra i cardiocentrici senza lasciare il cervello privo di funzioni.

Per Aristotele, il calore è connaturato alla vita stessa dell'animale, visto che è un elemento fondamentale per assicurare la crescita e il nutrimento. Esso infatti consente la digestione degli alimenti (*pépsis*), ossia la trasformazione del cibo in sangue, il quale nutre le varie parti del corpo. Il filosofo non si era neppure posto il problema dell'origine del calore, non avendo idea dell'esistenza di

82. Cf. P. VAN DER EIJK, *Aristotle's Psycho-physiological Account of the Soul-Body Relationship*, in J. P. WRIGHT, P. POTTER (eds.), *Psyche and Soma* (Oxford University Press, Oxford, 2000) 63-65 e T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 98.

83. GALENO, *L'utilità delle parti*, II 625 e V 647.

reazioni chimiche esotermiche dovute al metabolismo cellulare.

Lo Stagirita eredita da Platone l'idea, che si mantenne per più di due millenni, che il cuore è sede del calore e che il calore vitale è innato⁸⁴. La preoccupazione degli antichi non era relativa alla produzione del calore, bensì alla efficiente termoregolazione corporea, ossia ad una sua sufficiente dissipazione mediante meccanismi adeguati per impedire alla temperatura corporea di aumentare oltre i limiti compatibili con la sopravvivenza.

Il ragionamento di Aristotele è semplice: per impedire alla temperatura di salire, occorre raffreddare la sede del calore innato, ossia il cuore⁸⁵. Più difficile è capire per quale ragione egli non abbia seguito le orme dei suoi colleghi, i quali avevano affidato questo compito di raffreddamento alla respirazione. Nel momento di assegnare una funzione ai polmoni, Aristotele propone una teoria ingenua⁸⁶, volendo essere caritatevoli, o assurda, come ritiene più aspramente Leonino nel 1523⁸⁷.

Visto che i polmoni non riescono a garantire un controllo adeguato della temperatura corporea, e la moderazione della temperatura è vitale per la sopravvivenza degli animali: "Il cervello temprava dunque il calore e l'ebollizione che hanno luogo nel cuore"⁸⁸. Questa conclusione è bene e minuziosamente architettata: di tutte le parti del corpo, il cervello è l'organo più freddo e più umido, perciò possiede le due qualità adatte a contrastare il calore; è privo di vene, perciò non è percorso dal sangue, che è la sostanza più calda, e che potrebbe modificarne le qualità e il temperamento. Inoltre il cervello è circondato da una vasta rete di vasi sanguigni all'interno dei quali il sangue fluisce, entra in contatto con l'elemento freddo, cede il calore e così si raffredda. La spiegazione del processo di raffreddamento non è meno ingenua che l'idea di fare del cervello un vero

84. Cf. T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 106e108).

85. ARISTOTELE, *Della giovinezza e della vecchiaia* 470a6-8.

86. ARISTOTELE, *Sulla Respirazione* 472b1-473a3: "Quando il polmone si solleva, necessariamente, come avviene nei mantici, vi entra l'aria esterna che è fredda e che col suo potere di raffreddamento smorza il calore eccessivo del fuoco. E come questa parte si solleva in rapporto ad un aumento di calore, così è necessario si contragga in rapporto ad una sua diminuzione e quando si contrae, l'aria che era entrata esce di nuovo: fredda quando entra, essa è calda quando esce, perché è stata in contatto con il caldo che regna in tale parte".

e proprio radiatore. Il filosofo spiega il beneficio che il raffreddamento del sangue arreca all'animale in un modo analogo a come la pioggia reca sollievo alla terra arsa in una giornata calda e afosa: il vapore caldo sale nelle parti alte dell'atmosfera, si condensa per la temperatura più fredda in queste zone e ricade come pioggia portando così conforto alla terra⁸⁹.

Il commento di Galeno è inevitabile, duro ma anche accorato e merita di essere citato per intero:

“Infatti, pensare che il cervello è finalizzato al calore attorno al cuore, per refrigerarlo e mantenerlo nel temperamento moderato, è del tutto assurdo. La natura, infatti, non lo avrebbe posto così lontano dal cuore, ma l'avrebbe collocato attorno ad esso, come il polmone [...] e non li avrebbe certamente separati con due mura di cinta così lontane e compatte, cingendo il cervello con l'intero cranio, il cuore con il torace [...] e non avrebbe certamente messo il collo in mezzo ad essi. Questa teoria è equivalente ad affermare che il tallone è finalizzato al cuore. Non si creda che io abbia detto ciò per fare ridere: se si osserva attentamente, un certo refrigerio deriva al cuore prima dai talloni che dal cervello [...] del resto, i talloni non sono affatto meno freddi del cervello”⁹⁰.

87. LEONICO 1523, ff. 203r-204, citato da T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 114.

88. ARISTOTELE, *PA* 652b26.

89. ARISTOTELE, *PA* 653a5-10.

90. GALENO, *L'utilità delle parti* VIII 2, 615-617. Citato da T. MANZONI, *Aristotele e il cervello* cit., 118.